



**Trakya Üniversitesi
Mühendislik Bilimleri Dergisi**

Cilt: 24 Sayı: 1 Haziran 2023

**TRAKYA
UNIVERSITY
JOURNAL OF
ENGINEERING
SCIENCES**

Volume: 24 Number: 1 June 2023

Trakya Univ J Eng Sci

<http://dergipark.gov.tr/tujes>
tujes@trakya.edu.tr

ISSN 2147-0308

Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi

Cilt: 24

Sayı: 1

Haziran

2023

Trakya University Journal of Engineering Sciences

Volume: 24

Number: 1

June

2023

Trakya Univ J Eng Sci

<http://dergipark.gov.tr/tujes>
tujes@trakya.edu.tr

ISSN 2147-0308

Dergi Sahibi / Owner

Trakya Üniversitesi Rektörlüğü, Fen Bilimleri Enstitüsü Adına
On behalf of Trakya University Rectorship, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Prof. Dr. Hüseyin Rıza Ferhat KARABULUT

Yayın Kurulu Üyeleri / Editorial Board Members

Baş Editör / Editor-in-Chief

Doç. Dr. Önder AYER Makine Mühendisliği Trakya Üniversitesi

Alan Editörleri / Co-Editors

Prof. Dr. Hacı Ali GÜLEÇ Gıda Mühendisliği Trakya Üniversitesi
Doç. Dr. Esmâ MIHLAYANLAR Mimarlık Trakya Üniversitesi
Doç. Dr. Hasan Faik KARA Mimarlık Trakya Üniversitesi
Doç. Dr. Gökhan KAÇAR Genetik ve Biyomühendislik Trakya Üniversitesi
Doç. Dr. Gürkan İRSEL Makine Mühendisliği Trakya Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Selin ARABULAN Mimarlık Trakya Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Altan MESUT Bilgisayar Mühendisliği Trakya Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Emir ÖZTÜRK Bilgisayar Mühendisliği Trakya Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan KOÇYIĞIT Elektrik-Elektronik Müh. Trakya Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Sezer ULUKAYA Elektrik-Elektronik Müh. Trakya Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Pınar Aydan DEMİRHAN Makine Mühendisliği Trakya Üniversitesi

Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board

Prof. Dr. Hüseyin Erol AKATA Makine Mühendisliği İstanbul Aydın Üniversitesi
Prof. Dr. Ayşegül AKDOĞAN EKER Makine Mühendisliği Yıldız Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU Makine Mühendisliği Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Naci GENÇ Elektrik-Elektronik Müh. Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Prof. Dr. Özer GÖKTEPE Tekstil Mühendisliği Namık Kemal Üniversitesi
Prof. Dr. Türkan GÖKSAL ÖZBALTA İnşaat Mühendisliği Ege Üniversitesi
Prof. Dr. M. Bahattin TANYOLAÇ Biyo-mühendislik Ege Üniversitesi
Prof. Dr. Pelin ONSEKİZOĞLU BAĞCI Gıda Mühendisliği Trakya Üniversitesi
Prof. Dr. İsa CAVIDOĞLU Gıda Mühendisliği Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Doç. Dr. Yılmaz KALKAN Elektrik-Elektronik Müh. Adnan Menderes Üniversitesi
Doç. Dr. Cemil ÖZYAZGAN İnşaat Mühendisliği Kırklareli Üniversitesi
Doç. Dr. Orhan ARKOÇ Jeoloji Mühendisliği Kırklareli Üniversitesi
Doç. Dr. Timur KAPROL Mimarlık Namık Kemal Üniversitesi
Doç. Dr. Ümit HÜNER Makine Mühendisliği Kırklareli Üniversitesi
Dr. Aslı Günay BULUTSUZ Makine Mühendisliği Yıldız Teknik Üniversitesi
Assoc. Prof. Dr. Jiri SOBOTKA Mechanical Engineering Technical University of Liberec
Assoc. Prof. Dr. Regita BENDIKIENE Mechanical Engineering Kaunas University of Technology
Assist. Prof. Dr. Tomasz JACHOWICZ Polymer Processing Lublin University of Technology
Assist. Prof. Dr. Mirosław SZALA Mechanical Engineering Lublin University of Technology
Assist. Prof. Dr. Balazs BOKOR Mechanical Engineering Budapest Univ. of Tech. Econ.
Assist. Prof. Dr. Eldhose IYPE Chemical Engineering BITS Pilani
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ERGEN Mimarlık Siirt Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Hamza F. CARLAK Elektrik-Elektronik Müh. Akdeniz Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Sedat BİNGÖL Makine Mühendisliği Dicle Üniversitesi

Dizgi / Design

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan KOÇYİĞİT

İletişim Bilgisi / Contact Information

Address : Trakya Üniversitesi, Enstitüler Binası, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balkan Yerleşkesi, 22030, Edirne / TÜRKİYE
Web site : <http://dergipark.gov.tr/tujes> E-mail : tujes@trakya.edu.tr
Tel : +90 284 2358230 Fax : +90 284 2358237

Baskı / Publisher

Trakya Üniversitesi Matbaa Tesisleri / Trakya University Publishing Centre

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALELERİ / RESEARCH ARTICLES

VENTILATION SOLUTIONS TO THE OVERHEATING PROBLEM IN THE ATRIUM: TRAKYA UNIVERSITY VOCATIONAL SCHOOL OF TECHNICAL SCIENCES BUILDING

**Atriyumda Sera Etkisi Problemine Havalandırma Çözümleri: Trakya Üniversitesi
Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Binası**

Şule YILMAZ ERTEN, Doğan ERYENER

1-10

ASİMETRİK ŞİFRELEMEDE ASAL SAYILAR VE GÜVENLİK

Prime Numbers in Asymmetric Encryption and Security

Nursel İŞÇİMEN, Tarık YERLİKAYA

11-18

L TİP KARKASLI ASANSÖR SİSTEMLERİNDE KISA FRENLEME MESAFESİNİN KARKAS KONSTRÜKSİYONUNA ETKİLERİ

**The Effects of Short Braking Distance on Car Sling Construction in L Type Elevator
Systems**

Oğuz Han BENLİ, Mesut SELEK, Barış ERGEN, Oğuzhan YILDIZ

19-28

VENTILATION SOLUTIONS TO THE OVERHEATING PROBLEM IN THE ATRIUM: TRAKYA UNIVERSITY VOCATIONAL SCHOOL OF TECHNICAL SCIENCES BUILDING

Şule YILMAZ ERTEN*¹, Doğan ERYENER²

¹Trakya University, Department of Architecture, Edirne, Turkey

²Trakya University, Department of Mechanical Engineering, Edirne, Turkey

Cite this article as: Yılmaz Erten, Ş., Eryener, D. (2023). Ventilation Solutions To The Overheating Problem In The Atrium: Trakya University Vocational School Of Technical Sciences Building, *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(1): 1-10.

Highlights

- Atriums are architectural solutions that are addressed during the design phase of buildings and aim to make the outdoor lighting conditions feel inside the building thanks to their large glass surfaces.
- The greenhouse effect occurs when the indoor temperature rises excessively with the limited circulation of the air as a result of overheating in the building.
- Mechanical ventilation solutions can offer effective cooling solutions in areas where natural ventilation is not sufficient.

Article Info	Abstract
Article History: Received: March 10, 2023 Accepted: June 15, 2023	Atriums are architectural solutions that aim to make the outdoor lighting conditions feel inside the building, thanks to their large glass surfaces. In addition to the aesthetic appearance it gives to the buildings, it provides maximum benefit from daylight. However, if the correct glass type is not used and does not contain sufficient shading elements, it is difficult to produce permanent and sustainable solutions with subsequent measures. In this case, turning to mechanical solutions emerges as an option that helps to idealize indoor comfort conditions. In this study, it is aimed to reduce the greenhouse effect created by the atrium of Trakya University Technical Sciences Vocational School with passive cooling strategies within the building and construction elements in terms of summer comfort. Although it is disadvantageous in terms of energy consumption and high cost in terms of initial investment, mechanical ventilation is an effective suggestion for solving the problem.
Keywords: Atrium; Greenhouse Effect; Ventilation Solutions	

Atriyumda Sera Etkisi Problemine Havalandırma Çözümleri: Trakya Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Binası

Makale Bilgileri	Öz
Makale Tarihi: Geliş: 10 Mart 2023 Kabul: 15 Haziran 2023	Atriyumlar, geniş cam yüzeyleri sayesinde dış ortam aydınlanma koşullarını bina içerisinde hissettirmeyi amaçlayan mimari çözümlerdir. Binalara verdiği estetik görüntünün yanında günışığından maksimum derecede faydalanmayı sağlar. Ancak doğru cam tipi kullanılmadığı ve yeterli gölgelendirme elemanı barındırmadığı takdirde yapıda aşırı ısınma, kamaşma vb. problemler meydana getirebilmektedir. Aşırı ısınma başka bir deyişle sera etkisi yaratan cam yapının üretim aşamasında uygun cam kullanılmaması durumunda sonradan alınan önlemlerle kalıcı ve sürdürülebilir çözümler üretmek zor olmaktadır. Bu durumda mekanik çözümlere yönelmek, iç ortam konfor koşullarını idealize etmeye yardımcı bir seçenek olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada Trakya Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu'nun atriyumunun yarattığı sera etkisinin, yaz konforu açısından bina ve yapı elemanları bünyesinde pasif soğutma stratejileri ile azaltılması hedeflenmiştir. Enerji tüketimi ve ilk yatırım açısından yüksek maliyetli olması dezavantajlı olmakla birlikte sorunun çözümünde mekanik havalandırmanın efektif bir öneri olduğu sonucuna varılmıştır.
Anahtar Kelimeler: Atrium; Sera Etkisi; Havalandırma Çözümleri.	

1. Introduction

Atriums are architectural solutions that are addressed during the design phase of buildings, aiming to make the outdoor lighting conditions feel inside the building, thanks to their large glass surfaces. Along with the aesthetic and functional advantages it provides to buildings, it positively affects the psychology of the individual with the effective use of daylight. People spend about ninety percent of their day indoors (Le-Thanh et al. 2022). Studies have shown that natural daylight and solar radiation have a positive effect on the physiology, psychology and work efficiency of users [Rastegari (2021); Mohsenin&Hu (2015); Almodóvar-Melendo et al. (2022); Motamedi&Liedl (2017)] and that daylight improves visual perception. and showed that it can improve the synchronization of circadian stimuli in the human body.

As they provide the connection between the floors in the architectural structure, they are generally used as a gathering, exhibition hall, entrance hall, etc., because they are located in the center of the buildings. It is also preferred in solving functions. In modern architecture, atriums provide common space solutions in commercial and educational buildings, entrance halls or courtyard volumes in hospitals, and in malls, by connecting floors with different functions in the center, they improve the visual perception of the space, reflect the environmental effects to the interior volume, making long times spent in closed spaces more enjoyable for individuals (Bednar, 2007; Saxon, 1986).

Together with the advantages it provides, atriums can bring negative loads on the structure in terms of heating and/or cooling energy depending on the climate, geometric form and the properties of the glass and metal elements that make up the surface (Abdullah et al. 2009; Mills 1994). The presence of skylights with large surfaces causes the atrium to be affected by unfavorable conditions such as overheating, high energy consumption and glare (Xue & Liu, 2023).

However, the constant rise of the heated air and its inability to evacuate can cause the air to remain in the volume, and the inability to circulate fresh air as well as heating can cause factors that negatively affect the comfort conditions. Indoor conditions and quality are essential requirements for users to be healthy and productive. However, it is known that indoor comfort conditions have important effects on educational structures in terms of learning ability. Having the desired level of visual comfort conditions is necessary in university buildings with different functions and sizes, such as classrooms, offices, laboratories, in order to improve visual and spiritual performance, keep learning performance high, and increase motivation and work productivity (Yener, Güvenkaya, & Şener, 2009).

In the Trakya University Vocational School of Technical Sciences Building, which is discussed in this study, due to the overheating (greenhouse effect) caused by the atrium and the inability to evacuate the heated air, the user cannot meet the comfort conditions in the current situation, the orientation of the building and the choice of the building envelope (glass surfaces) (especially the glass surfaces). There are thermal comfort problems (which are much more evident in summer). In this current situation, it is necessary to use cooling systems that will increase the energy load at a high rate in order to provide summer comfort conditions. One of the main problems of the study is to provide the necessary comfort conditions by using energy efficiently in the education building. Continuous cooling/air conditioning is necessary for the building to be used in its current state. This situation brings a high cost to the energy consumption expenses, which is one of the most important operating costs for public buildings, and thus to the university budget. For this reason, the building has not been able to actively function and be used since its implementation. In order to ensure the effective use of the building, ventilation solutions should be made as well as daylight control.

For the improvement solution of the building, ventilation solutions were developed in addition to the solutions proposed for daylight control of the building with a Scientific Research Project within the body of Trakya University. In this study, the mechanical ventilation solutions of the building are emphasized.

1.1. Literature Review

In order to ensure healthy air circulation in the atriums, it is important to make use of natural ventilation and to address this at the design stage. Holford & Hunt (2003) revealed the most suitable atrium size for natural ventilation with mathematical calculations. Moosavi et al. (2014) compiled the literature on natural ventilation of atria and revealed that the size of the air outlet opening in the atria is one of the most important parameters in ventilation.

It is known that the geometric design of the atriums (aspect-length-height ratio) affects the energy performance of the building. Koç & Maçka Kalfa (2019) determined the energy performance of different atrium types of a mid-rise office building according to different climatic zones. Similarly, Arslantaş & Ayçam (2021) discussed energy efficient atrium designs in different climatic regions. In another study, Sevim & Engin (2019) examined the effect of the atrium on natural ventilation in office buildings with atriums through examples of the shape and location of the atrium. Abdullah & Wang (2012) evaluated the comfort conditions created by two different types of atrium, namely overhead lighting and side lighting, in their study.

There are many studies in the literature on the control of the light taken into the building and the shading elements of the atriums consisting of large glass surfaces. Göçer & Taviş (2008) worked on the simulation of the glazing systems of atriums to provide comfort conditions. Abdullah et al. (2009) aimed to

solve the negative comfort conditions caused by daylight in atriums with blinds and curtains.

Acred & Hunt (2014) developed a design strategy for chimney ventilation in multi-storey atrium buildings in their study. Holford & Hunt (2003) focused on developing strategies to improve the flow of natural ventilation in buildings with limited direct connection to the outdoor atrium. Liu, Lin & Chou (2009) focus on developing a method for predicting buoyancy-induced ventilation performance in buildings with atriums during the design phase. Fini & Moosavi (2016) examined the changes in the performance of the atrium walls due to their geometric forms and concluded that the combination of vertical and sloping walls performed best when using sloping walls for lower floors and vertical walls for upper floors.

2. Ventilation Solutions in Atriums

It is important to foresee the thermal comfort problems of the atrium structures at the design stage and to address the solutions for this at this stage. Although it is costly to solve such problems after the building is implemented, the desired level of efficiency may not be achieved.

The most effective solution applied during the design phase of the building is the application of solar chimney and wind scoop techniques together.

2.1. Natural Ventilation with Solar Chimney

Solar chimney application can be a very good solution depending on the building characteristics. Solar chimneys are systems used to create convective air currents from inside the building to the outside. In general, two chimneys, one hot (solar chimney) and the other cold (wind scoop), open to the outside, help create air currents inside the building. The solar chimney should rise higher than the highest point of the building and should be properly designed to facilitate the exit of hot air in case of wind. The temperature differences in

this system provide air circulation in the building and have the effect of ventilation and cooling in summer. Recently, it has been observed that natural ventilation has been made with solar chimneys in many modern and new buildings. The most important advantages of these systems are that they are very convenient and simple solutions that do not consume energy. It is a widely used method in evacuating the hot air accumulated in the atriums and creating the passive cooling effect.

2.2. Natural Ventilation with Windcatcher

The theoretically optimal solution in the Vocational School Of Technical Sciences Building is to provide natural ventilation with a solar chimney and an accompanying wind scoop. However, considering the solar chimney and wind scoop systems while the building is in the design phase is very important in terms of functionality. Analyzing airflows at the design stage requires the design of chimney systems where appropriate. In some special cases, it is possible to apply in existing buildings despite the loss of functionality. However, for the Vocational School of Technical Sciences Building, a contracting firm is required to make the specific solution and design and the correct application of the system. Therefore, although the solar chimney application is partially functional, it is seen that it is a compelling solution to implement it in practice for the Vocational School of Technical Sciences Building.

3. Method

In order to evaluate the current comfort conditions of the building, indoor temperature, relative humidity, air flow rate and lighting values were determined by using the TESTO 440 device with on-site measurement technique (Fig. 1). This device is Precise, reliable measurement of all air velocity and indoor air parameter parameters with a single measuring device (Testo, 2023). This device's measuring range Temperature (NTC) -40 to +150 °C Accuracy (± 1 digit) ± 0.4 °C (-40 to -25.1 °C) ± 0.3 °C (-25 to +74.9 °C) ± 0.4

°C (+75 to +99.9 °C) $\pm 0.5\%$ of m.v. (remaining meas. range) and resolution 0.1 °C.



Figure 1. Testo 440 Measurement Device

In order to improve the thermal comfort conditions of the building, suggestions for covering the sun-blocking film on the transparent surfaces and adding fringes to the structure were studied together with the cross ventilation solutions. If these suggestions are applied separately, it has been seen that the building does not solve the overheating problem and is insufficient to idealize the thermal comfort conditions. For this reason, mechanical ventilation solution was studied. In this study, classical natural ventilation and mechanical ventilation methods are discussed. Natural ventilation is one of the most practical techniques for reducing energy use in buildings and can be operated without mechanical assistance by pressure differences between the inside and outside of a building. Natural ventilation is generally applied as wind-driven ventilation (also known as cross-ventilation) and buoyancy-driven (also known as stack effect) ventilation. Mechanical ventilation, on the other hand, consists of the processing and distribution of the air inside the building with the use of various equipment and devices. It is a controlled operation compared to natural ventilation, but can consume large amounts of energy.

3.1. Sample Building Information

The architectural structure of the building consists of a total of 5 branches located in different directions. The

building is located on a sloping land and gradually sits at a total elevation of approximately 18 m. Due to the gradual settlement in the building, there are a total of 5 floors sitting at different levels (Table 1). The building has an indoor atrium. A mixed system of steel and reinforced concrete was used as the structure system. The steel structure part is constructed with glass components by applying the structural silicone curtain wall technique. In the reinforced concrete part, masonry wall elements are used (Fig. 2-3).

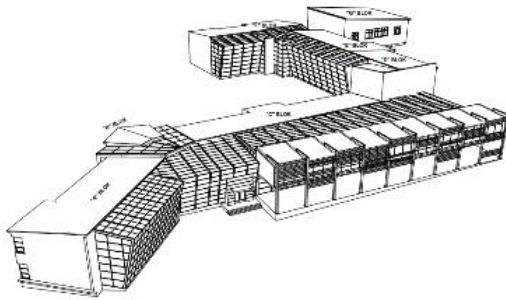


Figure 2. Building Digital Modelling

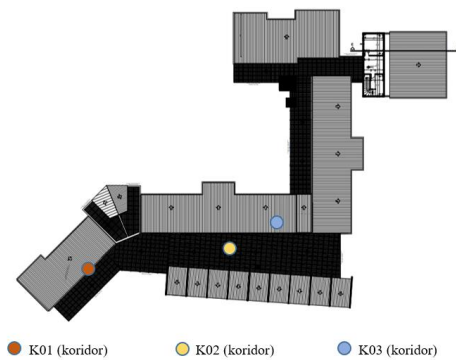


Figure 3. Architectural Plan

The building has transparent surfaces on the facade and ceiling in the south, southwest and west directions (Fig 4-5). The total area of the transparent surfaces on the roof is 941.37 m², and the distribution of the transparent surfaces on the facades of the building according to the directions is given below (Table 1). The method widely used in building ventilation and air conditioning is mechanical ventilation. Although natural ventilation in Atriums is an application that should be preferred as a priority, this situation should be addressed at the design stage of the building. Therefore, in the current situation,

mechanical ventilation comes to the forefront as a necessity for the Vocational School of Technical Sciences Building.

Table 1. Distribution of Transparent Surfaces in the Building According to Directions (m²)

Facade Name	Surface Area (m ²)
South	409,59
South East	85,38
West	348,6
Total	843,57



Figure 4-5. Building Exterior View

There are transparent surfaces on the facades and ceilings of the building in the south, southwest and west directions (Figs. 4-5). The total area of the transparent surfaces on the roof is 941.37 m², and the distribution of the transparent surfaces on the building facades according to the directions is given below (Table 1).

3.2. Experiment Measurements

First of all, the current state of the building was analyzed, and the indoor comfort conditions were determined with the TESTO 440 device. Accordingly, the temperature and relative humidity values in the current state of the building are as in Table 2. There are 5 scenarios presented as suggestions in our scientific research project in order to improve the existing data of the building whose values were measured in May. Firstly, covering the transparent surfaces on the roof with film coating, secondly, opening the windows for natural ventilation, thirdly adding eaves to the building, and fourthly, landscaping were considered as the main options. In addition, the options where two of these methods come together were also evaluated. In this study, mechanical ventilation solution is considered as

the fifth option, which is evaluated completely independently of the given options.

The method widely used in building ventilation and air conditioning is mechanical ventilation. Although

natural ventilation in atriums is an application that should be preferred as a priority, this should be addressed during the design phase of the building.

Table 2. Average Temperature and Humidity Measurements

GROUND FLOOR	Corridors	K01			K02			K03		
	Criteria	(ppm)	(%rH)	(°C)	(ppm)	(%rH)	(°C)	(ppm)	(%rH)	(°C)
MORNING	Average	417	38,0	33,9	280,6	39,3	31,5	375	26,3	34,7
NOON	Average	372	25,7	43,8	243	36,0	33,8	381	20,5	39,8
EVENING	Average	384	33,8	34,1	269	32,2	36,09	388	21,7	38,6
FIRST FLOOR	Corridors	K01			K02			K03		
	Criteria	(ppm)	(%rH)	(°C)	(ppm)	(%rH)	(°C)	(ppm)	(%rH)	(°C)
MORNING	Average	372	25,7	43,8				386	23,9	37,0
NOON	Average	364	21,0	53,3	212	24,7	46,5	391	19,1	42,4
EVENING	Average	381	24,8	44,8	267	26,5	42,3	416	20,5	40,1

Therefore, mechanical ventilation comes to the fore as a requirement for the Technical Sciences Vocational School Building in the current situation.

Primarily, the discharge of hot air on the roof and the supply of fresh air to the building with the help of ducts and fans in order to prevent negative pressure will be effective in reducing the overheating problem and controlling it at a certain level. At this point, many options for mechanical ventilation come to the fore. These options will be briefly discussed here. Because this issue requires a separate project study where the best solution will be possible with a final and detailed ventilation design. There are basically two different applications for the mechanical evacuation of the hot air formed in the Atrium of the Vocational School of

Technical Sciences Building with the help of channels. In the first application, as shown by the orange drawing in the figure 6, the hot air accumulated on the ceiling of the Atrium is discharged from the side through a suction channel to be made along the Atrium. Although this application is a part of the standard ventilation application, because the amount of hot air to be discharged is high here, large-diameter suction ducts must be made. In addition, the long distance, the structure of the duct and the excess air to be expelled will cause high energy consumption. The other negative is seen as problems related to the places where the ducts can be installed. As a result, it is possible to apply a suction duct throughout the Atrium with the appropriate engineering design.



Figure 6. Atrium Suction Duct Schematic Illustration.

On the other hand, It is possible to make partial air evacuation at a certain point of the Atrium with short channels from the area W.C. (Figure 7).

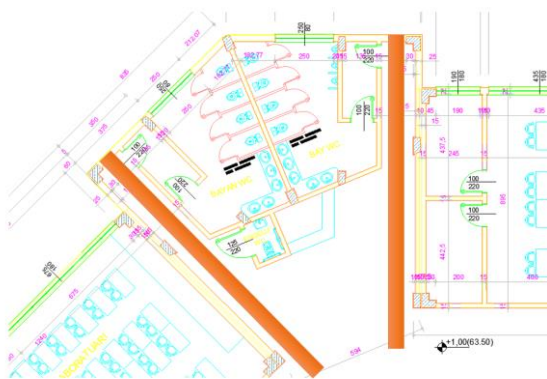


Figure 7. W.C. Schematic Representation of Air Evacuation with Short Channels.

Although it is a more convenient method in terms of cost and application, this method of discharge will cause irregular airflow. It will also not provide evacuation with the desired efficiency, because the Atrium is spread over a very large area.

The second alternative for the suction ducts is the suction from the Atrium by passing through the classrooms with the help of independent ducts as shown in the figure 8. The advantage of this method is that the duct diameters will be significantly reduced

and the suction points will be distributed properly. However, passing channels through the classroom will

cause difficulties in terms of construction technique and application. In addition, in order to minimize the fan noise that will occur, placing the fans on the exterior or insulating if they will be placed indoors will bring a certain assembly difficulty. The discharge of the atrium hot air accompanied by the delivery of fresh air is absolutely mandatory, otherwise the suction alone will further impair the thermal comfort in the indoor environment. It is possible to apply a duct throughout the Atrium as shown in the figure 9 to mechanically deliver fresh air.

4. Findings and Discussion

There are two options for fresh air duct, metal duct and fabric duct application. Although metal duct is the classical and most common duct application, it has many disadvantages, especially when considering the Atrium structure, there are difficulties in terms of both design and installation. On the other hand, an important reason why natural ventilation is preferred in atriums is energy efficiency. Metal ducts are not energy efficient systems due to their high coefficient of friction. In this respect, it is recommended that high energy efficient fabric ducts are preferred primarily for the Vocational School of Technical Sciences Building due to its advantages such as equal distribution of air, ease of application and visibility.

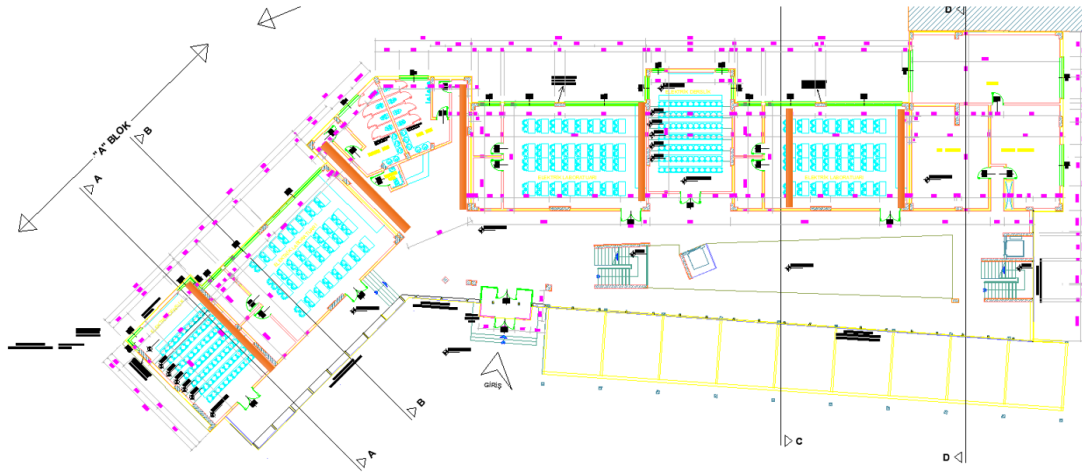


Figure 8. Schematic Illustration of Atrium Air Evacuation with Short Channels Through Classes.

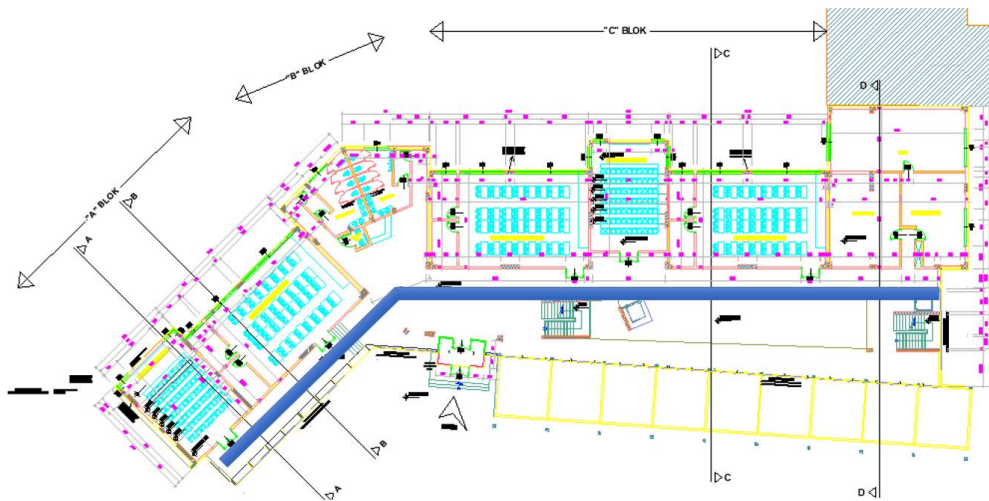


Figure 9. A Schematic Representation of Fresh Air Delivery Through the Atrium.

5. Conclusion

Wrong decisions taken while constructing buildings can be difficult and costly to solve later. Although it is costly, Mechanical ventilation solution is considered mandatory. In addition, the energy load of the mechanical ventilation system will be significantly reduced with the proposed reflective film coating. As a result, mechanical ventilation is a viable method to reduce and control at a certain level the Atrium overheating in the Vocational School of Technical Sciences. However, determining which of the above-mentioned options is suitable, both system selection and application method, requires a separate project and team

work in terms of engineering. Here, in order to increase the efficiency of ventilation, partial air conditioning with evaporative cooling, which is more cost-effective than conventional cooling in terms of investment and operation, can also be applied to the supply air. This issue is also an issue that should be evaluated by the team that will make the ventilation project.

Natural ventilation strategies will be successful in the summer months to eliminate the hot air generated in the building atrium, however, due to the large volume of the atrium and uncontrolled natural ventilation, excessive cooling may occur in the building during the winter months. Therefore, the best solution is the application of

mechanical ventilation that accompanies the natural ventilation strategies. In addition, in cases where natural ventilation is insufficient in summer, mechanical ventilation will help to provide thermal comfort.

Conflict of Interest

No conflict of interest was declared by the authors.

Acknowledge

This article is made from the BAP Project numbered 2021/07 that fund by Trakya University.

References

Abdullah, A.H, Meng Q, Zhao L, Wang F (2009). Field study on indoor thermal environment in an atrium in tropical climates. *Building and Environment*, 44(2), 431-436.

Abdullah, A.H., Wang F. (2012). Design and low energy ventilation solutions for atria in the tropics. *Sustainable Cities and Society*. Volume 2, Issue 1, Pages 8-28.

Almodóvar-Melendo, J.-M.; Quesada-García, S.; Valero-Flores, P.; Cabeza-Lainez, J. Solar Radiation in Architectural Projects as a Key Design Factor for the Well-Being of Persons with Alzheimer's Disease. *Buildings* 2022, 12, 603.

Arslantaş & Ayçam (2021). Energy efficient atrium design for different climate zones. *Contemporary Issues in Architecture and Urban Planning Development, Memory, Environment*. *Dakam Yayınları: İstanbul*. ISBN: 978-625-7034-11-1.

Bednar M. (1986). *New Atrium, McGrawhill Building Type Series, USA*

Göçer, Ö., Tavil, A. (2008), Performance evaluation model for energy consumption and user comfort in atrium type buildings. *İtü Journal/a architecture, planning, design*. Cilt:7, Sayı:1.

Holford, J.M., Hunt, G.R. (2003). Fundamental atrium design for natural ventilation. *Building and Environment* 38(3):409-426.

Koç, S.G., Maçka Kalfa, S. (2019). The effects of atrium on energy performances of office buildings according to Turkish climate regions. *Journal of Construction Engineering, Management & Innovation*. Volume 2, Issue 3, Pages. 144-156.

Le-Thanh, L., Nguyen-Thi-Viet, H., Lee, J. (2022). Nguyen-Xuan, H. Machine learning-based real-time daylight analysis in buildings. *J. Build. Eng.* 2022, 52, 104374.

Mills, F.A., (1994). Energy Efficient Commercial Atrium Buildings, *ASHRAE transactions*, 100, 1, 665-675.

Mohsenin, M.; Hu, J. Assessing daylight performance in atrium buildings by using Climate Based Daylight Modeling. *Sol. Energy* 2015, 119, 553–560.

Moosavi, L., Mahyuddin, N., Ab Ghafar, N., Ismail, M.A. (2014). nThermal performance of atria: An overview of natural ventilation effective designs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 34, June 2014, Pages 654-670.

Motamedi, S.; Liedl, P. Integrative algorithm to optimize skylights considering fully impacts of daylight on energy. *Energy Build.* 2017, 138, 655–665.

Rastegari, M.; Pournaseri, S.; Sanaieian, H. Daylight optimization through architectural aspects in an office building atrium in Tehran. *J. Build. Eng.* 2021, 33, 101718.

Saxon R. (1986). *Atrium Buildings Development and Design, The Architectural Press, 2nd edition, London*.

- Acred, A., & Hunt, G. R. (2014). Stack ventilation in multi-storey atrium buildings: A dimensionless design approach. *Building and Environment*, 72, 44–52.
- Holford, J. M., & Hunt, G. R. (2003). Fundamental atrium design for natural ventilation. *Building and Environment*, 38(3), 409–426.
- Liu, P.-C., Lin, H.-T., & Chou, J.-H. (2009). Evaluation of buoyancy-driven ventilation in atrium buildings using computational fluid dynamics and reduced-scale air model. *Building and Environment*, 44(9), 1970–1979.
- Shafiei Fini, A., & Moosavi, A. (2016). Effects of “wall angularity of atrium” on “buildings natural ventilation and thermal performance” and CFD model. *Energy and Buildings*, 121, 265–283.
- Testo, <https://www.testo.com/tr-TR/>, Last Access: 29.05.2023.

ASİMETRİK ŞİFRELEMEDE ASAL SAYILAR VE GÜVENLİK

Nursel İŞÇİMEN¹, Tarık YERLİKAYA²

¹ Trakya Üniversitesi, Keşan Yusuf Çapraz Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Keşan / Edirne / Türkiye

² Trakya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Edirne / Türkiye

Makale Künye Bilgisi: İşçimen, N., Yerlikaya, T., (2023). Asimetrik Şifrelemede Asal Sayılar ve Güvenlik, *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(1), 11-18.

Öne Çıkanlar

- Asimetrik şifrelemede güvenliğin temeli asal sayılara dayanmaktadır.
- RSA 'da çok büyük asal sayıların çarpımıyla oluşan modül değerinin çarpanlara ayrılması zorluğu veri güvenliğinde etkilidir.
- Veri güvenliği için çoklu asal sayılar tercih edilebilir.

Makale Bilgileri	Öz
Makale Tarihçesi: Geliş: 26 Mayıs 2023 Kabul: 12 Temmuz 2023	Güvenli olmayan bir ağ ortamında verileri gizlemek ve transferini sağlamak için şifreleme kriptosistemleri kullanılır. Asimetrik şifreleme kriptosistemlerinde verinin güvenle saklanması ve iletişimin güvenli gerçekleşmesi için kullanılan algoritmaların gücü, anahtar gizliliği, cebirsel fonksiyonlar kadar kullanılan asal sayılar da etkilidir. Kriptosistemin güvenliği aynı zamanda saldırılara dayanabilme kapasitesiyle ilişkilidir. Asimetrik şifreleme algoritmalarından biri olan RSA şifreleme algoritması saldırılara karşı gücünü çarpma işleminden almaktadır. Çok büyük sayıların çarpanlara ayrılması zorluğu RSA'nın gücüne güç katmaktadır. RSA'da $\text{mod}N$ 'i oluşturan ($N=p.q$) p ve q asal çarpan değerlerinin çok küçük ve birbirine yakın olması sistemin güvensizliği sorunu doğurmaktadır. Çalışma kapsamında önerilen RSA algoritma uygulamasıyla bu güvensizlik sorunu incelenmiş ve 2^k ($k \geq 3$) adet asal sayı kullanılarak RSA şifreleme yapılmış Normal RSA ile karşılaştırma yapılmıştır.
Anahtar Kelimeler: Asimetrik şifreleme; Şifreleme Güvenliği; Asal sayılar	

Prime Numbers in Asymmetric Encryption and Security

Article Info	Abstract
Article History: Received: May 26, 2023 Accepted: July 12, 2023	Encryption cryptosystems are used to hide and transfer data in an insecure network environment. In asymmetric encryption cryptosystems, the power of algorithms, key secrecy and algebraic functions used for safe data storage and communication are as effective as prime numbers used. The security of the cryptosystem is also related to its capacity to withstand attacks. The RSA encryption algorithm, one of the asymmetric encryption algorithms, takes its power against attacks from multiplication. The difficulty of factoring very large numbers adds to the power of RSA. The fact that the prime factor values of p and q ($N=p.q$) that make up $\text{mod}N$ in RSA are very small and close to each other, causes the insecurity of the system. This insecurity problem was examined with the RSA algorithm application proposed within the scope of the study and a comparison was made with Normal RSA using RSA encryption using 2^k ($k \geq 3$) prime numbers.
Keywords: Asymmetric Encryption; Encryption Security; Prime Numbers.	

1. Giriş

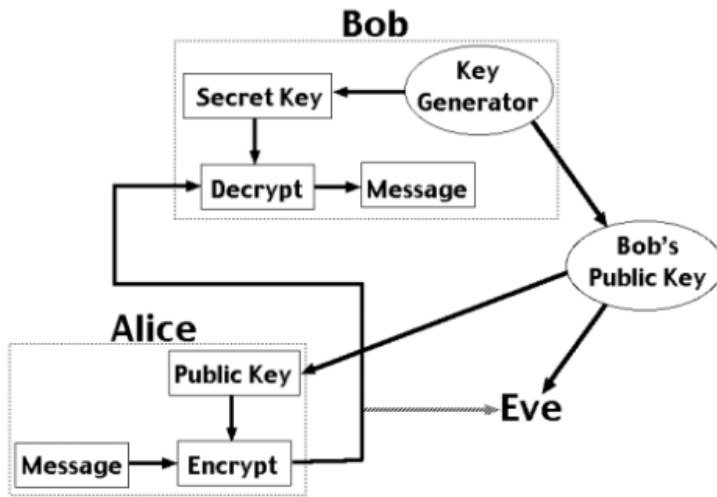
Bilginin kullanıcılar arasında iletişim kanalları vasıtasıyla anında tek tuşla iletiildiği dijital dünya internetin sağladığı avantajlarının yanı sıra istenmeyen kullanıcılara ve onlardan gelebilecek saldırılarla da maruz kalmaktadır. Güvenli olmayan bir ağ ortamında matematiksel teknikleri kullanarak bilgiyi okunamaz bir forma dönüştürerek gizlemek ve transferini sağlamak için şifreleme kriptosistemleri kullanılmaktadır. Kriptoloji, kriptografi ve kriptanalizi barındıran ve iletişimin güvenle gerçekleşmesini inceleyen bilimdir (Liestyowati, 2020). Bilgi güvenliği için gereken kodlar, şifreler, kodlamalar insanoğlunun hayatının hemen her alanında farkında olmadan yer almaktadır. Kriptologlara göre kodlar ve şifreler birbirinden farklıdır. Kodlar, harflerin, sözcüklerin veya ifadelerin önceden düzenlenmiş biçimi iken , şifreler ise mesajları okunamaz karmakarışık biçime dönüştürmek için algoritma adı verilen matematiksel prosedürleri kullanılmaktadır. Şifreleme algoritmaları ve şifre anahtarları, kapı kilit ve kapı anahtarlarına benzer, kilitlerin çalışma biçimi ayı olabilir fakat anahtarlar birbiriyle aynı değildir (Mann, 2002). Matematikçilerin asal sayılara olan hayranlığı ve asal sayıların matematik dışında şifreleme bilimiyle olan kuvvetli ilişkisi geçmişten günümüze pek çok çalışmaya konu olmuştur. Asal sayıların siber güvenliğimize olan etkisinin ne kadar farkındayız? Açık anahtar kriptografisi şifreleme algoritmalarının güvenlik önlemlerini asal sayılarla sağlamaktadır. E-ticaret sistemlerinde kimlik doğrulama yani elektronik imza ve güvenli iletişim açık anahtar kriptografisi ile gerçekleşmektedir (Wolf, C., & Preneel, B. ,2004). Açık anahtarlı kriptosistemler anahtarın güvenle iletiminin güçlüğüne yaşamamak ayrıca paylaşılan genel anahtar vasıtasıyla özel anahtarın elde edilmesini imkansız kılmak amaçındadır. (Tuncal, 2008).Tubitak 2010 yılında yayımladığı *Açık Anahtar Altyapısı Eğitim Kitabı*’nda asimetrik şifrelemenin gizlilik, bütünlük, kimlik doğrulama, inkar edilemezlik

özelliklerini sağladığını; anahtar uzunluğuna bağlı bir güvenliğe sahip olduğunu fakat simetrik şifreleme algoritmalarına göre daha yavaş bir performansta olduğu belirtilmektedir. Asimetrik şifreleme algoritma düz metin, şifreleme algoritması, özel anahtar, genel anahtar, şifreli metin, deşifreleme algoritması aşamalarından meydana gelmektedir (Stallings, 2006). Bu altı ana hat açık anahtarlı şifrelemede ayrıntılı ele alındığında karmaşık bir alt yapıda olsalarda ve temellerinin matematiksel işlemlere dayansa da genel çerçevede oldukça basit bir yapıya sahiptir. Göndericinin özel anahtarını bilmediğimiz halde verileri gizlemek ve göndermek için halka açık olan anahtar vasıtasıyla gerçekleştirilen şifrelemede çok basit gibi görünen ama tersine çevrilmesi güç matematiksel işlemlerden yararlanır. Güvenliği ve erişilebilirliği arttırdığı için matematiksel güç Asimetrik şifreleme algoritmalarından RSA’da avantaj olarak kabul görmektedir. Göndericinin düz metni olan orijinal mesajlardan şifreli bir mesaj meydana getirmek için bazı algoritmik adımlarla kodlanmaktadır (Chaudhury, P., Dhang, S., Roy, M., Deb, S., Saha, J., Mallik, A., ... & Das, R. , 2017). Orijinal veriyi gönderecek taraf alıcının halka açık olan ve iki sayıdan oluşan anahtarını kullanarak şifrelemeyi gerçekleştirir. Davetsiz bir misafirin veri iletimi sırasında gizli anahtar bulma şansı oldukça azdır. Alıcı; göndericinin şifrelediği bilgiyi yine iki sayıdan oluşan özel anahtarını kullanarak orijinal biçime dönüştürür. Bu kadar kolay gibi görünen bu sürecin arka planı karmaşık matematiksel algoritmalarla sağlanmaktadır. RSA kriptografide matematiksel işlemler için tercih edilen büyük asal sayılardan meydana gelen bileşik sayıların çarpanlarına ayrılması zorluğu verinin parçalanmasını yada uygun anahtar olmadan okunmasını engellemektedir. Rivest ve meslektaşları tarafından kullanılan çarpanlara ayırma algoritmasının o anki en hızlı algoritmaya ve kullanılan bilgisayarın 1 milisaniye hızına sahip olduğu varsayımıyla 200 basamaklı bir çarpanın bulunması

girişiminin 4 milyar yıllık hesaplama süresi gerektirdiği belirtilmektedir (Mollin, Richard A., 2002). Bu durum çarpanlara ayırmanın sadece insanlar için değil aygıtlar için de ne derece zor olduğunu açık bir kanıttır.

2. RSA Algoritması

İlk kez 1977'de Ron Rivest, Adi Shamir ve Leonard Adleman tarafından ve isimlerinin baş harflerinden oluşan RSA şifreleme ve şifre çözme algoritması bir tür açık anahtar şifrelemesidir (Mathur, H., & Alam, Z., 2015). RSA 'da iyi bir veri güvenliği elde etmek için anahtar oluşturma alanlarıyla ilgili katı kurallara uyulması, anahtarın yeterince büyük uzunluklarda kullanılması, asal sayıların güvenilir şekilde üretilmesi gerekmektedir. RSA algoritması temeli bit cinsinden istenen anahtar uzunluğu n Bit olan ve herbiri yaklaşık olarak $n/2$ 'ye eşit boyutta olarak üretilen iki farklı p ve q asal sayısı üzerine kurulmuştur (Ivanov, A., & Stoianov, N. (2023).



Şekil 1.RSA Algoritması (Mathur, H., & Alam, Z., 2015)

Şemayı incelediğimizde RSA'nın genel hatlarını nasıl gerçekleştirdiğini görmekteyiz. Alice Bob'a gizli bir bilgi gönderecekse Bob'un oluşturduğu anahtar çiftinden halka açık olanı kullanması gerekmektedir.

Bob Alice'e iki bileşenden oluşan (E,N) açık anahtarını gönderir ve Alice de bu anahtarı kullanarak göndereceği bilgiyi kilit altına almış olur. Şifrelediği bu bilgiyi güvenli olmasa da artık bir kanal aracılığı ile Bob'a gönderir. Bob kendi özel anahtarı olan (D,N) ile şifreli bilgiyi deşifreleyerek orijinal metne ulaşır. Bob dışında hiçkimse onun özel anahtarı olmadan deşifreleme basamağını gerçekleştiremez. Dolayısıyla Eve orijinal metne erişmek istiyorsa direkt olarak Bob'un özel anahtarına ulaşmalı ya da N 'yi çarpanlarına ayırıp D Yi hesaplamalıdır. Çok büyük asal sayılarla matematiksel algoritmalarını gerçekleyen RSA da çarpanlara ayırma işi oldukça zaman alıcı ve aygıtlar için bile zorlayıcıdır. En sık kullanılan açık anahtar şifreleme algoritmalarından RSA, tamsayı çarpanlara ayırma problemi gibi matematiksel problemlerin çözülmesindeki zorluğa dayanmaktadır (Ivanov, A., & Stoianov, N. (2023). Çok büyük asal sayıları çarpanlarına ayırma metodu bulunmadığı

sürece RSA güvenliğinin güvende olduğu ifade edilmektedir (Liestyowati, D., 2020). Uzun yıllardır RSA tabanlı kriptografik sistemleri kırmak için güvenlik açıklarını belirlemek , matematiksel saldırı modelleri oluşturmak amacıyla yapılan çalışmalarda şu ana kadar 2048 bit veya daha büyük uzunluktaki RSA anahtarını kırabilecek bir saldırı yaklaşımı geliştirilemediği görülmektedir (Ivanov, A., & Stoianov, N. (2023). Son üç yüz yıldır pek çok matematikçinin çalışmasında konu olmasının bile büyük sayıların çarpanlarına ayrılmasının

zorluğunun ispatlandığına dair bir kanıt olmadığı ve RSA sistem güvenliğinin varsayımdan ibaret olduğu, ayrıca belirlenebilmiş net bir algoritmanın olmadığı aktarılmaktadır (Aksuoğlu, 2010).

3. RSA Anahtar oluşturma Öneri Algoritması

Çalışmada standart RSA'dan farklı olarak anahtar oluşturmada çoklu asal sayı kullanılarak (2'den fazla asal sayı ile) şifreleme yapılmıştır. Güvenlik açısından daha küçük bitlerle güvenlik araştırılmıştır. Hinek, M. J. 2008 de yaptığı çalışmasında RSA güvenliğinde çoklu asal sayıların kullanımını incelemiş ve 80 bit çoklu asal sayı kullanımı 1024 bit temel RSA ile aynı güvenliği sağlandığını ifade etmiştir. RSA şifreleme sisteminin modülünde iki adetten daha fazla çarpan kullanılması, özel anahtar hesabında aritmetik bir avantaj sağlayacağı ve doğru parametre seçimi sayesinde çarpanlara ayırma probleminin zorluğu açısından aynı güvenlik düzeyine ulaşmak için daha büyük bir modülle çalışmak zorunda kalınmayacağı belirtilmektedir (Hinek, M. J., Low, M. K., & Teske, E., 2003). Kamardan ve arkadaşlarının 2018'de gerçekleştirdiği Multi-prime RSA çalışmasında şifre çözme hızı ve bellek tasarrufu açısından standart RSA'dan verimli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca 2000 yılında Compaq tarafından yapılan deneysel sonuçların Multi-prime RSA sayesinde şifre çözmenin, standart RSA'dan hemen hemen 4 kat daha hızlı olduğunu belirtmiştir (Kamardan, M. G., Aminudin, N., Che-Him, N., Sufahani, S., Khalid, K., & Roslan, R., 2018). Ağlar üzerinde güvenliği sağlamak için değiştirilmiş bir RSA şifreleme sistemi kullanan Ivy ve arkadaşları asal sayı algoritmasını geliştirmek amacıyla dört asal sayı kullanarak algoritmayı gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca bu tekniğin, ağlar üzerinde daha fazla verimlilik ve güvenilirlik sağladığını ifade etmektedirler (Ivy, B. P. U., Mandiwa, P., & Kumar, M., 2012). Rivest ve Silvermen güçlü asal sayıların kullanımı çarpanlara ayırma saldırılarına karşı ek koruma sağlamadığını belirtmektedirler. RSA kriptosisteminde güçlü asal sayıların kullanılmasının yaygın bir inanış olduğunu ve gereksiz olduğunu hatta yalnızca aynı büyüklükteki "rastgele" asal sayılar kullanılarak elde edilene göre güvenlikte ihmal edilebilir bir artış meydana geldiğini belirtmektedirler. Çalışmalarında güçlü asalları

üretmenin ekstra maliyeti dışında kullanılmalarının zararlı görünmediğini, ancak onları kullanmanın fazla koruma sağlamadığını, gerçek koruma için yeterince büyük p ve q asal sayılarını seçilmesi gerektiğini açıklamışlardır. Güçlü asalların rastgele asalların sağladığından daha az koruma sağladığını savunmaktadırlar (Rivest, R. L., & Silverman, R. D., 1999). Güçlü veri güvenliğinin sağlanması büyük kriptografik anahtar çiftleri yani büyük genel anahtar ve özel anahtar aracılığı ile sağlanabilir. Bunun sonucunda bellek kısıtlamalı aygıtlar, küçük aygıtlar için hesaplama büyük maddi yüke neden olmaktadır. Günümüz dijital dünyasında küçük cihazlar oldukça sıklıkla kullanılmaktadır. Küçük aygıtların güçlü güvenlikte çalışması için RSA tercih edilirligi ilk sırada yer almayacaktır. (Mahto, D., Khan, D. A., & Yadav, D. K., 2016). Peki çok büyük asal sayılar kullanmak gerçekten gereklimi? Daha küçük asal sayılarla da güvenli şifreleme yapmak mümkün mü?

4. Gereç ve Yöntem:

Bu çalışmada Lone, & Khalique, 2016'da önerdikleri çoklu asal sayı RSA algoritmasından yararlanılmıştır. Gerçekleştirilen öneri algoritması için anahtar üretim aşamaları, şifreleme ve deşifreleme basamakları 8 asal sayı için aşağıdaki gibidir. Bu çalışmasında bu anahtar üretim algoritması kullanılmış fakat örnek alınan çalışmadan farklı olarak sınırlı asal sayı kümeleri ile uygulamaların güvenlik üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma İ5 -2500k işlemci 3.3 GH ve 12gb ram özelliklere sahip bilgisayarda yapılmıştır.

8 Asal Sayı İle Anahtar Üretimi:

Girdi:

- 8 asal sayı seç:
 $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8$

Çıktı:

- Genel anahtar bileşenleri: $\{E, n\}$
- Özel anahtar bileşenleri: $\{D, n\}$

Prosedür:

- $n \leftarrow p_1 \cdot p_2$
 - $m \leftarrow p_3 \cdot p_4$
 - $o \leftarrow p_5 \cdot p_6$
- $p \leftarrow p_7 \cdot p_8$
 - $N_1 \leftarrow n \cdot m$
 - $N_2 \leftarrow o \cdot p$
- $N \leftarrow N_1 \cdot N_2$

/*n, m, o ve p'nin Euler phi değerlerini hesaplanması*/:

- $\phi(n) \leftarrow (p_1 - 1) \cdot (p_2 - 1)$
- $\phi(m) \leftarrow (p_3 - 1) \cdot (p_4 - 1)$
- $\phi(o) \leftarrow (p_5 - 1) \cdot (p_6 - 1)$
- $\phi(p) \leftarrow (p_7 - 1) \cdot (p_8 - 1)$

/*N'nin Euler phi değerlerini hesapla */

- $\phi(N) \leftarrow \phi(n) \cdot \phi(m) \cdot \phi(o) \cdot \phi(p)$
- Rastgele bir e_1 sayısı bul ,
 $1 < e_1 < \phi(n)$ ve
 $\gcd(e_1, \phi(n)) = 1$
- Rastgele bir e_2 sayısı bul ,
 $1 < e_2 < \phi(m)$ ve
 $\gcd(e_2, \phi(m)) = 1$
- Rastgele bir e_3 sayısı bul ,
 $1 < e_3 < \phi(o)$ ve
 $\gcd(e_3, \phi(o)) = 1$
- Rastgele bir e_4 sayısı bul ,
 $1 < e_4 < \phi(p)$ ve
 $\gcd(e_4, \phi(p)) = 1$
- Hesapla $A_1 \leftarrow e_1^{e_2} \text{mod} N_1$
- Hesapla $A_2 \leftarrow e_3^{e_4} \text{mod} N_2$
- Hesapla $E' \leftarrow A_1^{A_2} \text{mod}(N)$
- Rastgele bir E sayısı bul ,
 $1 < E < \phi(n) \cdot E'$,
 $\gcd(E, \phi(n) \cdot E') = 1$
- Rastgele bir D sayısı hesapla, $D \leftarrow E^{-1} \text{mod}(\phi(N) \cdot E')$ (Lone, & Khalique, (2016)
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/sec.1619>)

```

1:2
2:3
3:5
4:7
5:11
6:13
7:17
8:19
N = 9699690
φ(N)= 1658880
e1= 918217285
e2= 1684901675
e3= 1038523423
e4= 672996791
E'= 3025
E= 860200237
D= 2264939173
input= 113
output= 5
Anahtar Oluşturma Süresi: 11.912844 ms
Encryption Süresi: 0.325937 ms
Decryption Süresi: 0.246007 ms
Bellek Kullanımı (byte): 1646640

```

Şekil 2. Çok küçük 8 asal sayı uygulama örneği

```

1:59
2:61
3:67
4:71
5:73
6:79
7:83
8:97
N = 794904171581831
φ(N)= 710777062195200
e1= 628956073
e2= 1610778331
e3= 1750519807
e4= 1954102535
E'= 547136430088661
E= 1659941263
D= 56089162827236031136958991727
input= 113
output= 2992
Anahtar Oluşturma Süresi: 12.207058 ms
Encryption Süresi: 0.246007 ms
Decryption Süresi: 0.556704 ms
Bellek Kullanımı (byte): 1646592

```

Şekil 3. Çok küçük 8 asal sayı uygulama örneği

```

1:5
2:7
3:11
4:13
5:17
6:19
7:23
8:29
N = 1078282205
φ(N)= 510935040
e1= 690572335
e2= 1685791441
e3= 125607721
e4= 1713665743
E'= 531911020
E= 507373793
D= 114940392465914657
input= 113
output= 8
Anahtar Oluşturma Süresi: 12.206746 ms
Encryption Süresi: 0.265601 ms
Decryption Süresi: 0.380985 ms
Bellek Kullanımı (byte): 1646592

```

Şekil 4. Çok küçük 8 asal sayı uygulama örneği

Anahtar oluşturma süresi (ms)	Şifrelem süresi (ms)	Deşifrele me süresi (ms)	Bellek Kullanımı (byte)
-------------------------------------	----------------------------	--------------------------------	-------------------------------

12	0.25	0.5	1646608
----	------	-----	---------

Şekiller ve tablo incelendiğinde Standart RSA kriptosistemi meydana getiren temel üç ana aşama RSA anahtar oluşturma önerisi kriptosistemi için de aynen gerçekleştiği görülmektedir. Anahtar Üretimi, Şifreleme, deşifreleme ve bellek kullanımında gerçekleşen uygulama sonuçları RSA anahtar oluşturma önerisi güvenliğini arttırmak için yeterli olup olmadı incelenmelidir. RSA anahtar oluşturma önerisi çoklu asal sayı kullanılması sonucu algoritmanın güvenliğini kırmanın asal sayıların küçük seçilmesine rağmen zorluk seviyesini arttıracakı düşünülmektedir. Bu algoritmanın gelecekte daha ayrıntılı olarak tartışılarak güvenliğe olan katkılarının araştırılması umulmaktadır.

5. Sonuçlar ve Değerlendirme

Bilgi güvenliği, tüm alanlarda kullanıcılar arasında iletişimin en önemli unsurudur. Şifreleme, şifre çözme ve anahtar oluşturma algoritmalarının standart RSA dan farklı olarak çoklu asal sayı ile gerçekleştirilerek veriler için maksimum güvenliği sağlamak hedeflenmiştir. Yapılan çarpanlara ayırma uygulamalarında, GNFS, modül N'i oluşturan çoklu asal çarpanlara ulaşamadığı gözlenmiştir. Çoklu asal kullanımı sayesinde küçük aygıtlarda kullanılacak kolay kırılmayan şifreleme gerçekleşeceği ve bunun için çok büyük sayılara ihtiyaç duyulmayacağı düşünülmektedir. Farklı asal sayı kümeleri ile çalışma geliştirilmeli ve sonuçları karşılaştırılmalıdır. Aslında şifreleme tekniklerinin hepsi bilinen tüm saldırılara karşı tamamen güvende değildir. Gelecekteki teknolojik gelişmeler doğrultusunda çarpanlara ayırmada gücü çok yüksek aygıtlar ya da yeni bir çarpanlara ayırma algoritması geliştirilmesi durumunda

Tablo 1. Uygulama sonuçları ortalama değerler tablosu.

çok güçlü ve çoklu asal sayılarla çalışan şifrelemeye ihtiyaç doğabilir.

6. Kaynakça

- Aksuoğlu, A. (2010). Rsa algoritmasının iyileştirilmesi için yeni bir yaklaşım (Doctoral dissertation, Anadolu University (Turkey))
- Anonim, Tubitak Açık Anahtar Altyapısı Eğitim Kitabı, 2010. <http://www.kamusal.gov.tr/tr/bilgideposu/belgeler/teknik/aaa/index.html?kriptoanalizyontemleri.html>
- Chaudhury, P., Dhang, S., Roy, M., Deb, S., Saha, J., Mallik, A., ... & Das, R. (2017, August). ACAFP: Asymmetric key based cryptographic algorithm using four prime numbers to secure message communication. A review on RSA algorithm. In *2017 8th Annual Industrial Automation and Electromechanical Engineering Conference (IEMECON)* (pp. 332-337). IEEE.
- Compaq 2000 Cryptography using Compaq Multiprime technology in a parallel processing environment <ftp://ftp.compaq.com/pub/solutions/CompaqMultiPrimeWP.pdf>
- Hinek, M. J. (2008). On the security of multi-prime RSA. *Journal of Mathematical Cryptology*, 2(2), 117-147.
- Hinek, M. J., Low, M. K., & Teske, E. (2003). On some attacks on multi-prime RSA. In *Selected Areas in Cryptography: 9th Annual International Workshop, SAC 2002 St. John's, Newfoundland, Canada, August 15-16, 2002 Revised Papers 9* (pp. 385-404). Springer Berlin Heidelberg. <https://math.berkeley.edu/~kpmann/encryption.pdf>
- Ivanov, A., & Stoianov, N. (2023). Implications of the Arithmetic Ratio of Prime Numbers for RSA Security. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 33(1), 57-70.
- Ivy, B. P. U., Mandiwa, P., & Kumar, M. (2012). A modified RSA cryptosystem based on 'n'prime numbers. *International Journal Of Engineering And Computer Science*, 1(2), 63-66.
- Kamardan, M. G., Aminudin, N., Che-Him, N., Sufahani, S., Khalid, K., & Roslan, R. (2018, April). Modified Multi Prime RSA Cryptosystem. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 995, No. 1, p. 012030). IOP Publishing.
- Liestyowati, D. (2020, March). Public key cryptography. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1477, No. 5, p. 052062). IOP Publishing.
- Lone, A. H., & Khalique, A. (2016). Generalized RSA using 2k prime numbers with secure key generation. *Security and communication networks*, 9(17), 4443-4450.
- Mahto, D., Khan, D. A., & Yadav, D. K. (2016, June). Security analysis of elliptic curve cryptography and RSA. In *Proceedings of the world congress on engineering* (Vol. 1, pp. 419-422).
- Mann, C. C. (2002). A Primer in Public-Key Encryption. *The Atlantic*.
- Mathur, H., & Alam, Z. (2015). Analysis in symmetric and asymmetric cryptology algorithm. *International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science (IJETTCS)*, 4(1).
- Mollin, Richard A. 2002. RSA and PUBLIC-KEY CRYPTOGRAPHY. Florida, Boca Raton: CRC Press LLC.
- Rivest, R. L., & Silverman, R. D. (1999). Are Strong Primes Needed for RSA?

- Stallings, W. (2006). *Cryptography and network security principles and practices* 4th edition.
- Tuncal, T. (2008). Bilgisayar güvenliği üzerine bir araştırma ve şifreleme-deşifreleme üzerine uygulama (Master's thesis, Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Wolf, C., & Preneel, B. (2004). Asymmetric cryptography: Hidden field equations. *Cryptology ePrint Archive*.

L TİP KARKASLI ASANSÖR SİSTEMLERİNDE KISA FRENLEME MESAFESİNİN KARKAS KONSTRÜKSİYONUNA ETKİLERİ

Oğuz Han BENLİ^{1*}, Mesut SELEK², Barış ERGEN³, Oğuzhan YILDIZ⁴

^{1,2,3,4}Wittur Asansör San. Ve Tic. A.Ş. Arge Merkezi, İstanbul, TÜRKİYE

Makale Künye Bilgisi: Benli, O.H., Selek, M., Ergen, B., Yıldız, O., (2023). L Tip Karkaslı Asansör Sistemlerinde Kısa Frenleme Mesafesinin Karkas Konstrüksiyonuna Etkileri, *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(1), 19-28.

Öne Çıkanlar

- Asansör sistemlerinde, sistemin zemine çakılmasını ya da kuyu tavanına çarpmasını önleyen paraşüt frenler hayati önem taşımaktadır.
- Sisteme uygun paraşüt fren seçilebilmesi için henüz üretilmemiş ürünlerin yaklaşık ağırlıkları ile sistemde kullanılacak kılavuz ray tipi, yüzey özellikleri gibi bir çok parametrelere hesaba katılmaktadır.
- Frenlerin; çevresel etkenler, üretim ve montaj kusurlarından dolayı öngörülenden farklı performans göstermeleri muhtemel bir risktir. Bunun gibi çok değişkenli ve parametrelili mühendislik problemlerinde sonuçtan yola çıkılarak, bilgisayar ortamında analiz edilmesi yaklaşımı yaygın olarak mühendislik problemlerinde kullanılmaktadır.

Makale Bilgileri	Öz
Makale Tarihiçesi: Geliş: 11 Nisan 2023 Kabul: 18 Temmuz 2023	Bu çalışmada, dar asansör kuyularında ve sıklıkla modernizasyon projelerinde tercih edilen L tipi karkas tasarımlarında, uygun olmayan kısa frenleme mesafelerinin karkas konstrüksiyonuna etkileri incelenmiştir. Bu yazıda asansör frenleme mekanizması detaylarına girilmeden, frenlemenin tamamlandığı andaki sonuçlar incelenmiştir. Gerçek bir asansöre ait fren izi ölçümleri yapılarak, durma anında oluşan kuvvetlerin asansör ana taşıyıcı üzerindeki etkileri, sonlu elemanlar yöntemi ile üç farklı frenleme mesafesi için incelenmiştir. Fren performansının standart dışı değerlerde olmasının, ana taşıyıcı üzerinde plastik deformasyonlara neden olduğu, yapılan analizler sonucunda bulunmuştur. Asansörün, frenleme ivmesinin standardın istediği sınırlar içerisinde kalacak şekilde tasarlanması ve güvenli sürüş için asansörün yaşam döngüsü boyunca bu sınırlar içinde performans göstermesinin mecburi olduğu görülmüştür.
Anahtar Kelimeler: L Karkaslı Asansör; Sonlu Elemanlar Analizi; Asansör fren ivmesi; Asansör Modernizasyon.	

The Effects of Short Braking Distance on Car Sling Construction in L Type Elevator Systems

Article Info	Abstract
Article History: Received: April 11, 2023 Accepted: July 18, 2023	In this study, the effects of noncompliant braking distances on car sling construction were investigated in L type elevator systems, which are often preferred in narrow elevator shafts and modernization projects. In this article, without going into the details of the elevator braking mechanism, the results at the moment of completion of the braking are examined. By measuring the brake track of a real elevator, the effects of the forces on the elevator main carrier at the time of stopping were examined for three different braking distances by using the finite element method. As a result of the analysis, it was found that the non-standard values of the brake performance caused plastic deformations on the main carrier. It has been observed that the elevator must be designed in such a way that the braking acceleration remains within the limits required by the standard and that the elevator performs within these limits throughout its life cycle for safe driving.
Keywords: L Type Car Sling; FEM Analysis; Elevator Break Acceleration; Elevator Modernisation.	

1. Giriş

Dikey taşıma sistemlerinde, asansörü diğer sistemlerden ayıran en önemli ekipmanlardan biri de can ve mal güvenliğini garanti altına alan mekanik paraşüt frenlerdir. Paraşüt frenler asansörün herhangi bir sebepten dolayı kontrolsüzce aşağı ya da yukarı yönde nominal hızı aşır “TS EN 81-20, 5.6.2.2- Güvenlik Tertibatının Devreye Girme Tertibatları” maddesindeki değerlere ulaştığında tetiklenerek güvenli ve konforlu bir duruş sağlarlar. Paraşüt frenler asansörün zemine çakılmasını önleyerek, kılavuz raylara kenetlenerek şekilde tasarlanmışlardır. Kılavuz raylar yüzeyindeki kalite problemlerinden kaynaklı standart dışı yüzey pürüzlülük değerleri, fren üretiminden kaynaklı kalite problemleri, ray ve fren kaması yüzeyinde zamanla oluşan deformasyonlar ve tasarım aşamasında sistemin toplam ağırlığına uygun olmayan fren seçimlerinden kaynaklı olarak öngörülen değerlerden daha yüksek ivmeli, ani frenlemeler ya da çok düşük ivmeli öngörülenden daha uzun kayma mesafeli frenlemeler meydana gelebilmektedir. Bu çalışmada yüksek ivmeli frenleme durumları incelenmiştir.

Temel olarak fizikte hareket eden bir cisim, belirli bir mesafe sınırları içinde durdurabilmenin en kolay yolu, sürtünme kuvvetleri etkisi altında mevcut kinetik enerjisinin ısıya çevrilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu kural asansör sistemleri için de geçerlidir. Bu konuda dikkat edilmesi gereken husus ani frenleme esnasında, hareketin ters yönündeki yüksek frenleme ivmesinin, asansör duruş konforunu ve güvenliğini olumsuz etkileyecek olmasıdır. Asansör mekanik ve elektronik sistemlerden oluşan kompleks bir yapıdır. Hayati durumlarda devreye girmesi gereken frenler, asansörü durdurmasının yanı sıra asansörü nasıl durdurduğu da oldukça önemlidir. Yürürlükte olan asansör standardı “TS EN 81-20, 5.6.2.1.3- Yavaşlama” maddesinde frenleme ivmesinin, yer çekimi ivmesinin 0,2 ile 1 katı arasında olması şart

koşulmuştur. Tavaslıoğlu S., 2022. “Güvenlik Tertibatlarında Kuvvet Hesapları Değerlendirmesi” makalesinde frenleme ile ilgili yapılan çalışmaları detaylı olarak açıklamaktadır.

2. Malzeme ve Yöntem

Bu bölümde çalışmada kullanılacak ölçüm metodolojisi ilgili standartlar incelenerek açıklanmıştır.

2.1 Asansör Fren Testi Standardı

Asansörler hizmete alınmadan önce bir dizi mekanik testlerden geçirilirler. Bu testlerin amacı üretilen asansörün ilgili parçalarının işlevlerini yerine getirip getirmediğini, ayarlarının ve parçaların bir biri ile uyum içinde çalışıp çalışmadığını kontrol etmektir. Asansör standardı “TS EN 81-20 6.3.4 – Kabin Güvenlik Tertibatı “ ve TS EN 81-50 5.3.3.2 - Farklı kütleler için belgelendirilmiş güvenlik tertibatı” maddesinde açıklanan test kabul ve yorumlarına göre, asansörün beyan yükünün 1,25 katı yük ile yüklenerek, beyan hızı ya da daha düşük hızda frenleme testine tabi tutulacağı açıklanmıştır. Eğer testler beyan hızından daha düşük bir hızda gerçekleştirilirse beyanda belirtilen askı oranını sağlayacak şekilde dinamik testler ile frenin davranış eğri grafiklerini sağlamak zorundadır. Bir diğer husus ise fren tipine göre bahsi geçen testlerin farklılık gösterdiğidir. İlgili standart maddesinin (a) ve (b) bentlerinde fren tiplerine göre testler açıklanmıştır.

2.2 Çalışmada Kullanılan Yöntem

Test yapılacak asansörde kademeli olarak devreye giren güvenlik tertibatı kullanılmıştır, dolayısıyla standardın ilgili maddesi (b) bendindeki şartlar yerine getirilmiştir. Test asansörünün özellikler Tablo 1’de belirtilmiştir. Test asansörüne ait temel L karkas bileşenleri Şekil 1’de gösterilmiştir. Heasplamalar yapılırken aşağıdaki değerler ve kısaltmalar kullanılacaktır.

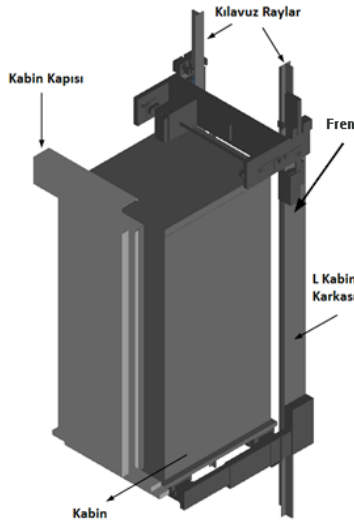
Q [kg] : Anma yükü,

P [kg] : L karkas ağırlığı dahil boş kabin ve kabin kapısı ağırlıklarının toplamı,

k: Frenleme anındaki darbe faktörü “ TS EN 81-20 5.7.4.4 – Darbe faktörlerinin değerleri” ,

Tablo 1 Test asansörü genel özellikleri

Q [kg]	630
P [kg]	750
k	2



Şekil 1. 630 kg anma yüklü L kabin karkası

Babalık ve Çavdar (2008) fren hesabı ve tasarımında karşılaşılan sorunları incelerken, serbest düşmekte olan bir asansörün sahip olduğu kinetik enerjisinin, duruş anında frenleme işi tarafından absorbe edildiği eşitliğini kullanmışlardır. Bu eşitlik neticesinde frenleme ivmesi formülü aşağıdaki gibidir:

$$g = \frac{v^2}{2 \times h} \times g_n \quad (1)$$

h [m] : Frenleme boyunca kabinin kayma mesafesi

g [m/s²] : Fren ivmesi

g_n [m/s²] : Yer çekimi ivmesi

v [m/s] : Frenleme anındaki hız

Fren izi ölçülürken fren pabuçlarının kılavuz raylarda oluşturdukları izler baz alınmıştır. Tavashoğlu (2022)

konsol ve bölmelerdeki gerilmeler çalışmasında mevcut iki frenin bir biri ile senkronize çalışmasını sağlayan yapı mekanik bir sistem olduğu için her iki rayda ölçülen iz ölçümleri birbirine çok yakın fakat hiç bir zaman aynı olmayacağını belirtmiştir. Buna göre iki ray üzerinde metre ile ölçülen izlerden, aralarındaki farkı en düşük olan, yani en yüksek frenleme ivmesine sahip olan 1. Test sonuçları seçilerek ortalama iz S_{min} hesaplanmıştır. Aşağıda paraşüt fren testleri sonrası asansörün sağ ve sol raylarında ölçülen fren izleri tablosu paylaşılmıştır.

Bu çalışmada T75-3 / B tip ray; Erdem ve Dallı (2008) çalışmalarında inceledikleri yağlama gerektirmeyen kullanılmıştır. ISO 7465:2001 standartlarına uygun olarak işlenmiş raylar E275 B çelik 227 malzemeden üretilir, ve B harfi ile gösterilirler. B tipi raylar bahsi geçen standarda göre yüzey pürüzlülük değerleri; ray uzunluğu boyunca $Ra \leq 1,6\mu$ ve enlemesine $1,6\mu \leq Ra \leq 3,2\mu$ olmak zorundadır.

Tablo 2 Kılavuz raylar üzerinde metre ile ölçülen fren izleri

Testler	L – Sol Ray izi (mm)	R - Sağ Ray izi (mm)	İz Farkı (mm)
1. Test	97	101	4
2. Test	92	99	7
3. Test	103	114	11
4. Test	106	111	5

$$S_{min} = \frac{L + R}{2} \quad (2)$$

L [mm] : Sol rayda ölçülen fren izi

R [mm] : Sağ rayda ölçülen fren izi

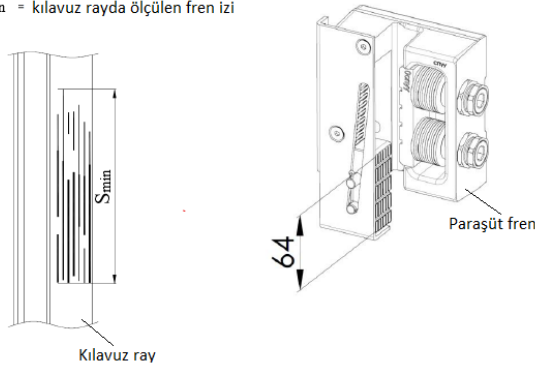
Tablo 2’deki farkın en az olduğu test verileri (2) numaralı formülde yerinde koyularak S_{min} aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$S_{min} = \frac{97 + 101}{2} = 99 \text{ mm}$$

Hesaplanan S_{min} ölçüsü, frenin raya temas ettiği pabuç

uzunluğunu da içermektedir. Frenleme boyunca kayma mesafesinin hesaplanabilmesi için fren pabuç uzunluğu L_p değerinin S_{min} değerinden çıkartılması gerekmektedir.

S_{min} = kılavuz rayda ölçülen fren izi



Şekil 2. Kılavuz raylarda ölçülen fren izi ve paraşüt fren

Paraşüt fren pabuç uzunluğu üretici firmanın katı modelinden bilgisayar ortamında L_p 64 mm ölçülerek, Şekil 2'deki paraşüt fren üzerinde gösterilmiştir. Frenleme boyunca asansörün kayma mesafesi aşağıdaki gibi bulunacaktır.

$$h = S_{min} - L_p \quad (3)$$

$$h = 99 - 64 = 35 \text{ mm} = 0,035 \text{ m}$$

Bulunan değerler (1) numaralı formülde yerine koyularak test asansörünün frenleme ivmesinin, yer çekimi ivmesi cinsinden değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$g = \frac{0,7^2}{2 \times 0,035} \times g_n = 0,71g_n$$

İvme değeri "TS EN 81-20, 5.6.2.1.3 – Yavaşlama" maddesinde belirtildiği üzere kademeli güvenlik tertibatı için beyan yükü ile yüklü kabinin serbest düşmesi durumunda ortalama yavaşlama $0,2 g_n$ ile $1 g_n$ arasında olmalıdır.

$$0,2g_n < g < 1g_n \quad (4)$$

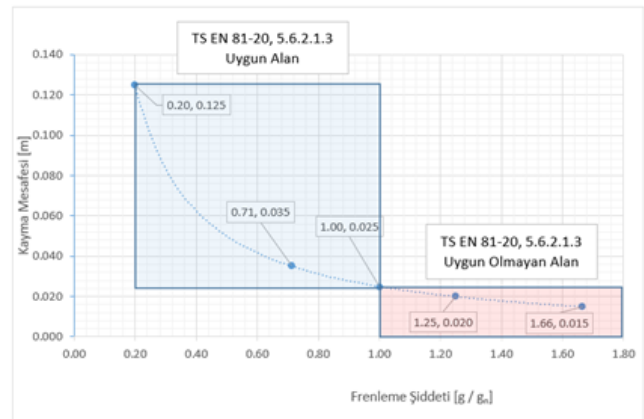
(4) numaralı eşitsizliğe göre bulunan g ivmesi standarda uygun bir değer olduğu görülmüştür.

Çevresel etkenler, üretim ve montaj kusurlarından kaynaklı sebeplerle asansör daha kısa bir frenleme gerçekleştirerek, kayma mesafeler, $h'=0,020 \text{ m}$ ve $h''=0,015 \text{ m}$ ölçümüş olsaydı, yeni frenleme ivmeleri (1) numaralı formül kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$g' = \frac{0,7^2}{2 \times 0,02} \times g_n = 1,25g_n$$

$$g'' = \frac{0,7^2}{2 \times 0,015} \times g_n = 1,66g_n$$

Bulunan değerlerin "TS EN81-20, 5.6.2.1.3 – Yavaşlama" maddesine uygun olmayan alan altında kaldığı Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. 0,7 m/s frenleme hızında asansörün kayma mesafesi ile fren şiddeti arasındaki ilişki

2.3 Sonlu Elemanlar Analizi

Frenleme anında karkas konstrüksiyonuna etki eden dinamik kuvvetler; anma yükü ($Q=630 \text{ kg}$) ve kabin ağırlığı ($P=750 \text{ kg}$) sabit tutularak, "TS EN 81-20 5.5.7.4.4-Darbe Faktörleri Değerleri" kademeli fren tipleri için $k=2$ seçilip frenleme anındaki statik kuvvetlerle çarpılarak, sonlu elemanlar yöntemiyle bilgisayar ortamında modellenerek analiz edilmiştir.

Hesaplanan fren ivmelerine göre karkas üzerinde oluşacak dinamik kuvvetlerin hesaplanabilmesi için, statik kuvvetler ile çarpılacak darbe faktörleri (4)

numaralı formül ile hesaplanarak Tablo 3'te özetlenmiştir.

$$k = \frac{g_n + g}{g_n} \quad (4)$$

$$k = \frac{g_n + 0,71g_n}{g_n} = \frac{1,71g_n}{g_n} = 1,71 *$$

*Sonlu elemanlar analizinde 1,71 darbe faktörü yerine "TS EN 81-20 5.5.7.4.4 – Darbe Faktörleri Değerleri" maddesinde belirtilen kademeli fren tipleri için darbe katsayısı 2 olarak alınacaktır.

$$k' = \frac{g_n + 1,25g_n}{g_n} = \frac{2,25g_n}{g_n} = 2,25$$

$$k'' = \frac{g_n + 1,66g_n}{g_n} = \frac{2,66g_n}{g_n} = 2,66$$

Tablo 3. Fren izi ve darbe faktörleri

Fren izi [m]	Darbe Faktörü
h=0,035 m	k=2
h'=0,020 m	k'=2,25
h''=0,015 m	k''=2,66

2.4 Frenleme Anındaki Durumun Modellenmesi

Frenleme anında, karkas üzerine etki eden statik kuvvetler (5), (6) ve (7) numaralı formüllerde, ilgili değerler yerine koyularak dinamik kuvvetler bulunmuştur.

$$F = (P + Q) \times k \quad (5)$$

$$F = (P + Q) \times k' \quad (6)$$

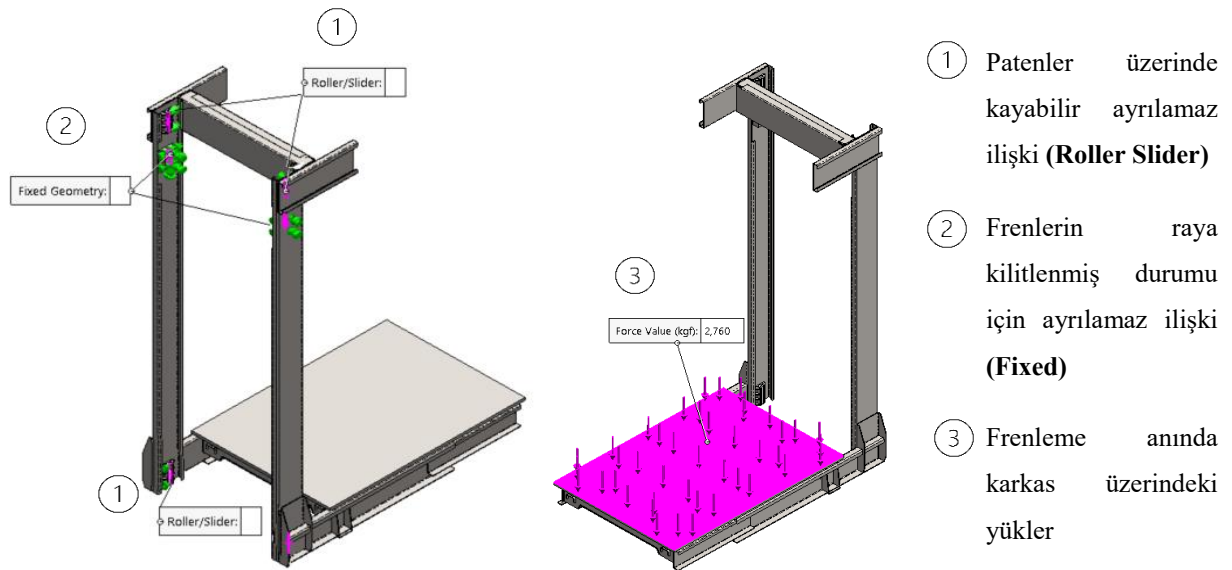
$$F = (P + Q) \times k'' \quad (7)$$

$$F = (750 + 630) \times 2 = 2760 \text{ kgf}$$

$$F = (750 + 630) \times 2,25 = 3105 \text{ kgf}$$

$$F = (750 + 630) \times 2,66 = 3670,8 \text{ kgf}$$

Hesaplanan kuvvetler her bir durum için Şekil 4'teki gibi Solidworks® Simulation modülü içinde modellenerek karkas merkezine etkileyecek şekilde verilmiştir. Bu çalışmada üç farklı durumdaki gerilmeleri karşılaştırabilmek için kuvvetlerin kabin tabanına yayılı olarak etki ettiği düşünülmüştür. Asansör sistemlerinde karkas konstrüksiyon malzemesi olarak sıklıkla tercih edilen S235JR çelik malzemesi seçilmiştir.



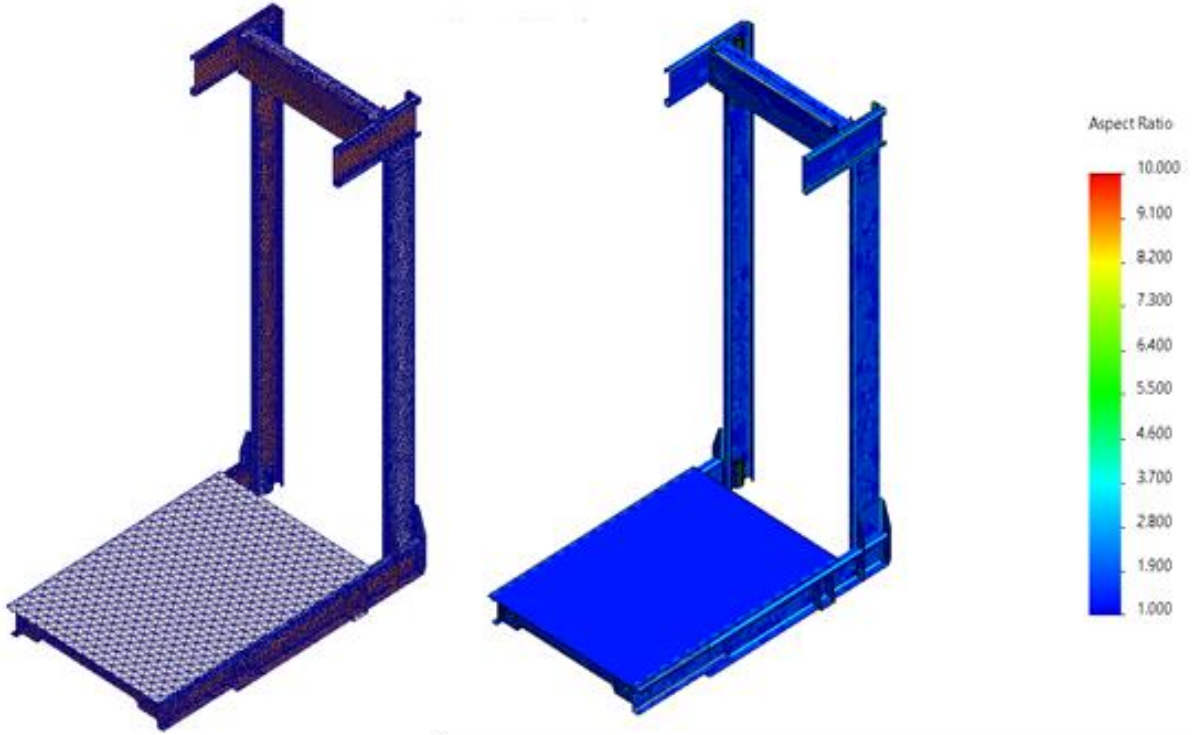
Şekil 4. Solidworks® Simulation ortamında frenleme anı modellenmesi

2.5 Ağ Oluşturma

Ağ kalitesi ile ilgili parametreler Tablo 4'teki gibi belirlenerek, birim ağ en boy oranları (Aspect Ratio) 10 değerinin altında tutulmuştur ve Şekil-5' teki optimum ağ kalitesi elde edilmiştir. Tüm durumlarda geometrik bir değişiklik olmayacağından, aynı ağ parametreleri kullanılarak karşılaştırmanın sağlıklı yapılması amaçlanmıştır.

Tablo 4. Analizde seçilen ağ kalitesi parametreleri

Ağ Özelliği	Değer
Tip	Eğrisel Temelli
Maks. Genişlik	60 mm
Min. Genişlik	20 mm
Bir çember içerisindeki adet	8
Ebat büyütme oranı	1,2



Şekil 5. Solidworks® Simulation ağ oluşturma ve ağ kalitesi

3. Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde yapılan sonlu elemanlar analizleri sonuçları tablolar şeklinde paylaşılacak ve karşılaştırmalar yapılacaktır. Karşılaştırmada güvenli gerilme sınırı değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma_a}{s} \quad (8)$$

Bu formülde güvenlik katsayısı "s" 1,5 seçilerek S235JR çeliğinin minimum akma dayanımı " σ_a " EN

10025-2 – Tablo 7" 'den 235 Mpa alınarak bulunmuştur.

$$\sigma_{em} = \frac{235 \text{ Mpa}}{1,5} = 156,67 \text{ Mpa}$$

3.1 Durum 1 Analiz Sonuçları

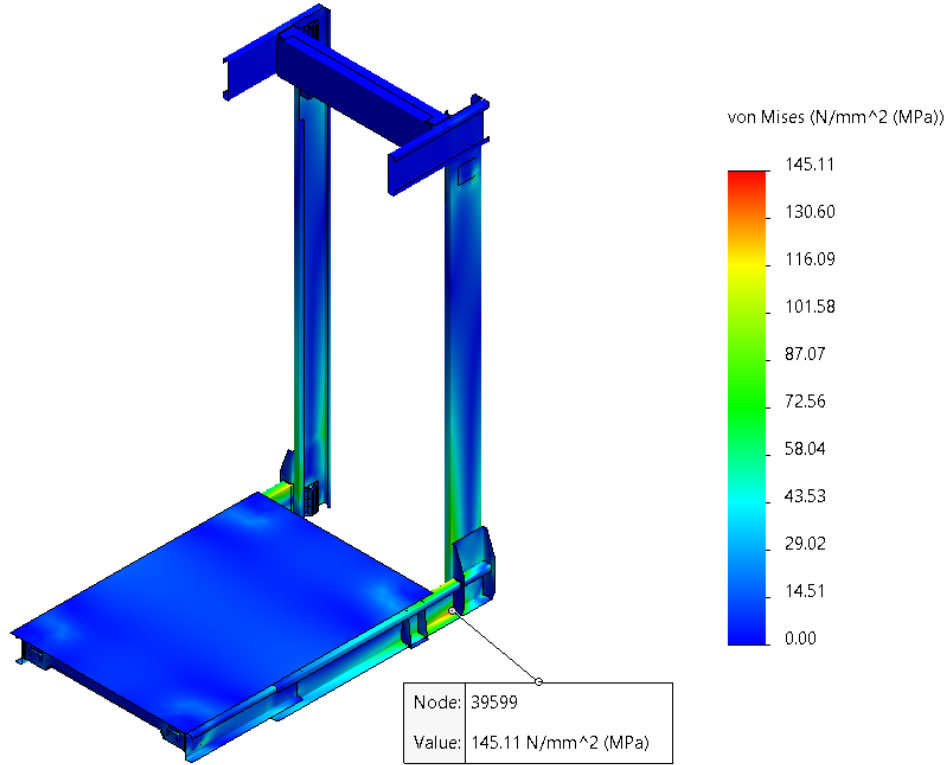
Yapılan sonlu elemanları analizleri sonuçları her bir

durum için ayrı ayrı incelenecektir. Durum 1 için analiz sonucunda elde edilen 145,11 MPa gerilmenin, S235JR malzeme akma sınırının, 1,5 kat emniyetli 156,67 MPa

sınır gerilmesi altında, güvenli bölgede kaldığı Şekil 6'da görülmektedir. Analiz sonuçları Tablo 5'de özetlenmiştir.

Tablo 5. Durum 1 için analiz sonuçları

Durum 1		
Karkas Konstrüksiyonuna Etkiyen Kuvvet	F	2760 kgf
Fren İzi	h	0,035 m
Kademeli Frenleme Anı Darbe Katsayısı	k	2
Karkas Konstrüksiyonundaki En Yüksek Gerilme	σ	145,11 MPa
Sonuç	145,11 MPa < 156,67 MPa Emniyetli.	



Şekil 6. Durum 1 Von Mises Gerilmeleri (σ)

3.2 Durum 2 Analiz Sonuçları

Durum 2 için yapılan analizde 1,25 g_n frenleme ivmesinin “TS EN 81-20, 5.6.2.1.3- Yavaşlama” maddesine uygun olmadığı tespit edilmiştir. Analiz

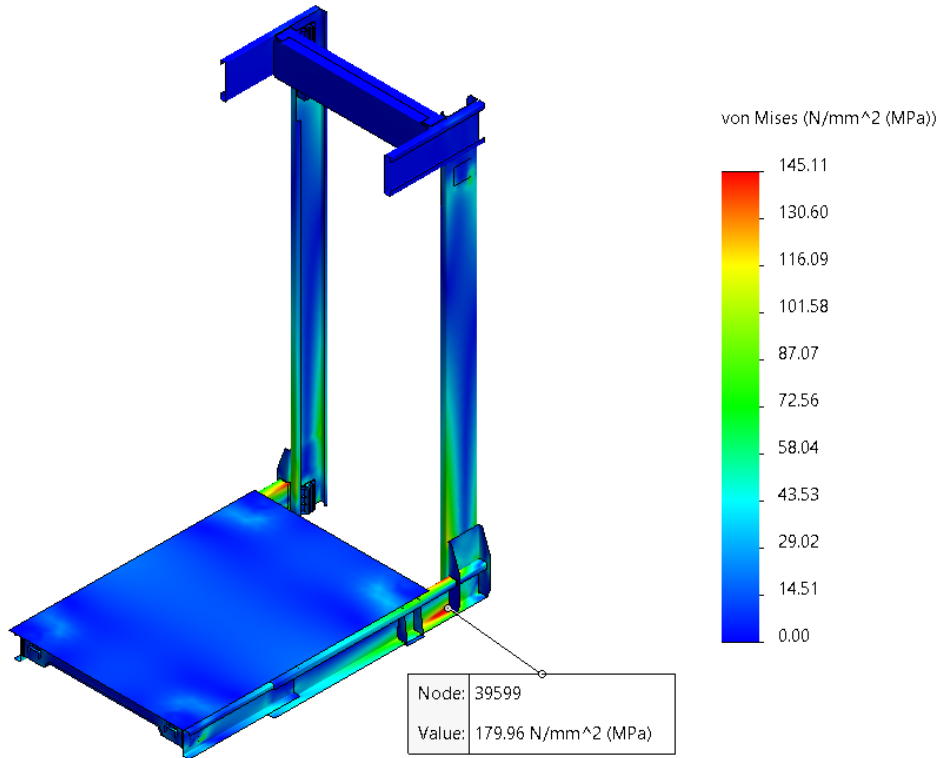
sonucunda elde edilen 179,96 MPa gerilmenin 1,5 kat emniyetli 156,67 MPa sınır gerilmesi üzerinde, emniyetli olmayan bölgede kaldığı görülmektedir. Durum 1’de oluşan gerilme 145,11 MPa maksimumda

tutularak, bu gerilme üzerindeki tüm değerlerin kırmızı olarak gösterilmesi amaçlanmış olup, oluşan

maksimum gerilmenin de 179,96 MPa olduğu Şekil 7’de görülmektedir. Analiz sonuçları Tablo 6’da özetlenmiştir.

Tablo 6. Durum 2 için analiz sonuçları

Durum 2		
Karkas Konstrüksiyonuna Etkiyen Kuvvet	F'	3105 kgf
Fren İzi	h'	0,02 m
Kademeli Frenleme Anı Darbe Katsayısı	k'	2,25
Karkas Konstrüksiyonundaki En Yüksek Gerilme	σ'	179,96 MPa
Sonuç	179,96 MPa < 156,67 MPa Emniyetsiz, plastik deformasyon yok.	



Şekil 7. Durum 2 Von Mises Gerilmeleri (σ')

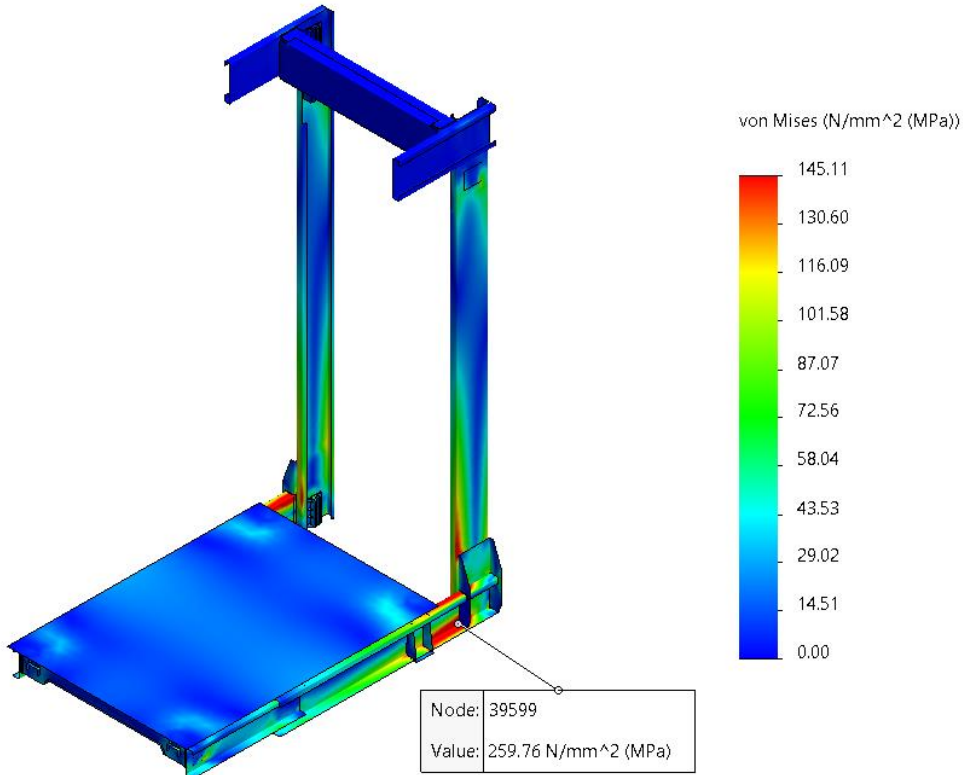
3.3 Durum 3 Analiz Sonuçları

Durum 3 için yapılan analizde 1,66 g_n frenleme ivmesinin “TS EN 81-20, 5.6.2.1.3- Yavaşlama” maddesine uygun olmadığı tespit edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen 248,72 MPa gerilmenin 1,5 kat

emniyetli 156,67 MPa sınır gerilmesi üzerinde ve hatta 235 MPa akma sınırını aştığı Şekil-8’de görülmektedir. Analiz sonuçları Tablo 7’de özetlenmiştir.

Tablo 7 Durum 3 için analiz sonuçları

Durum 3		
Karkas Konstrüksiyonuna Etkiyen Kuvvet	F''	3670,8 kgf
Fren İzi	h''	0,015 m
Kademeli Frenleme Anı Darbe Katsayısı	k''	2,66
Karkas Konstrüksiyonundaki En Yüksek Gerilme	σ''	248,72 MPa
Sonuç	248,72 MPa > 235 MPa Emniyetsiz, plastik deformasyon var.	



Şekil 8. Durum 3 Von Mises Gerilmeleri (σ'')

4 Sonuçlar ve Değerlendirme

Yapılan teorik hesaplamalar ve aynı şartlar altında yapılan analizler göstermiştir ki frenleme mesafesi kısaltıldıkça, karkas konstrüksiyonuna etki eden dinamik kuvvetler kabul edilen değerleri aşarak, fren konforunun azalmasından başlayıp, asansörün ana taşıyıcı karkas parçaları üzerinde plastik deformasyonlara neden olarak asansör yapısının

bozulup çalışmamasına ve kabin içerisindeki insanların yaralanmasına sebebiyet verecek sonuçlar meydana getirmektedir. Karkas malzemesi olarak seçilen S235JR için Durum 3'teki analiz sonucu malzemenin akma dayanımı geçerek plastik deformasyonun gerçekleştiğini görülmüştür.

Tüm bu sonuçlar göz önüne alındığında asansör

sisteminin frenleme boyunca ray üzerindeki kayma davranışının optimum olacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Bunun için ray yüzey pürüzlülük kalitesi ile ray tipine bağlı olarak yağlamanın zamanında ve düzenli yapılması, tasarım esnasında ray tipine ve toplam ağırlık (P+Q) değerine uygun fren seçilmesi ana esaslardır.

Kaynaklar

European Committee for Standardization; CEN, (2020) EN 81-20. Safety rules for the construction and installation of lifts - Lifts for the transport of persons and goods - Part 20: Passenger and goods passenger lifts

European Committee for Standardization; CEN, (2020) EN 81-50. Safety rules for the construction and installation of lifts - Examinations and tests - Part 50: Design rules, calculations, examinations and tests of lift components

Tavashoğlu S., (2022). Güvenlik Tertibatlarında Kuvvet Hesapları Değerlendirmesi. <https://serdartaavaslioglu.com/2022-07-25-guvenlik-tertibatlarinda-kuvvet-hesaplari-degerlendirmesi/> (Erişim Tarihi:14/11/2022).

Babalık C. Fatih, Çavdar Kadir, (2008). Asansörlerde Kayar Frenler ve Tasarım Problemleri. EMO Asansör Sempozyumu, İzmir

Tavashoğlu S., (2022). Konsol ve Bölmelerdeki Gerilmeler. <https://serdartaavaslioglu.com/2018-09-konsol-ve-bolmelerdeki-gerilmeler-asansor-sempozyumu-izmir/> (Erişim Tarihi:10/03/2023)

CSGB 01/02/03- Tek yöne, Wittur Asansör San. ve Tic. A.Ş. <https://www.wittur.com/tr/urunler/emniyet-aksamlar%C4%B1/csgb-010203---tek-yone.aspx> (Erişim Tarihi 14/11/2022)

Erdem E. Dalı Latif, (2008). Asansörlerde Yağlamanın Önemi. EMO Asansör Sempozyumu, İzmir

Bedir, S., (2007). Çift Yönlü asansör Fren Bloklarının Modellenmesi ve Sonlu Elemanların Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

European Committee for Standardization; CEN, (2019) EN 10025-2. Hot rolled products of structural steels - Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels